RESTAURER UN TOIT COUVERT EN TUILE CANAL DANS LES LANDES

Toit : couverture d'un bâtiment, présentant des versants et formée d'un matériau reposant généralement sur une charpente.

Sommaire

AVANT-PROPOS....1
LE DIAGNOSTIC....2
LA CHARPENTE....2
LA COUVERTURE EN TUILE CANAL....3
- Le support de couverture....3
- Le matériau de couverture : la tuile canal....3
- La pose....3
- L'égout....4
- Égout débordant....4
- Égout au nu du mur....4
- Égout biais....4
- Les rives....4
  - Les rives latérales....4
  - Les rives en pénétration....5
- Le faîtage....5
- Les arêtiers....5
- Les noues....5

LES SOUCHES DE CHEMINÉE....6
LES CHÂSSIS DE TOIT....6
LE TRAITEMENT DES EAUX PLUVIALES....7
L'ENTRETIEN DES COUVERTURES....7
L'ISOLATION THERMIQUE DU TOIT....8
- Les matériaux isolants....8
- L"isolation des « combles perdus »....8
- L'isolation sous rampants....8

LES FORMALITÉS ADMINISTRATIVES....9
BIBLIOGRAPHIE....9
ANNEXES....10
- Terminologie d'un toit....10
- Illustrations....11

ELÉMENTS DE DEVIS DESCRIPTIF....30

AVANT-PROPOS

Les toits protègent de toutes sortes d'intempéries mais au-delà de ces fonctions pratiques, ils appartiennent à l'expression architecturale du bâtiment. La toiture est considérée comme la cinquième façade du bâtiment et son impact visuel est considérable. Elle doit être en harmonie complète avec le bâtiment qu'elle couvre. Charpente et matériaux de couverture doivent lui correspondre.

Ce carnet de restauration est consacré à la charpente et à la couverture en tuile canal traditionnelles telles qu'elles furent pratiquées avant la généralisation de modes de production standardisés. Il s'applique aux bâtiments ruraux construits jusqu'au premier quart du XXe siècle.

Il ne s'agit pas d'une étude des toits en tuile canal landais. Des ouvrages qui figurent dans la bibliographie y ont déjà été consacrés. Leur lecture permet d'ailleurs d'acquérir une base de connaissances préalables, indispensables avant toute intervention. Ce carnet de restauration tente d'apporter des réponses pratiques et concrètes aux questions que peuvent se poser des maîtres d'ouvrage soucieux, lors d'une restauration, de préserver et respecter ce patrimoine irremplaçable qui met en œuvre des matériaux d'une qualité exceptionnelle qui ne sont plus produits aujourd'hui artisanalement et des savoir-faire qui risquent de disparaître.

LE DIAGNOSTIC

Toute intervention doit être précédée d'un **diagnostic**. Ce diagnostic qui s'appuie sur un examen extérieur et intérieur des ouvrages consiste à :

- déceler des anomalies de géométrie globales ou locales de la charpente, assemblée et non assemblée, et observer l'état du support de couverture ;
- apprécier les matériaux de couverture mis en œuvre (nature, état, pose, recouvrement, niveau d'entretien) ;
- vérifier les points singuliers de la couverture ;
- analyser l'environnement du bâti étudié.

Pour chaque anomalie constatée de l'extérieur, il convient de s'attacher, lors de l'examen interne des ouvrages, à en trouver la cause. Il faut toujours procéder à une vérification de l'état biologique des bois (insectes xylophages, champignons, pourrissement).

Ce diagnostic est accompagné de photographies d'ensemble et de détails qui font apparaître l'implantation et la disposition des éléments de structure et les anomalies relevées.

Une telle lecture qui constate les effets et remonte aux causes ne peut être faite que par un professionnel. **Elle sert de base pour définir la méthodologie de restauration et les techniques de réparation.**

LA CHARPENTE

Charpente : ouvrage formé de pièces de bois assemblées, formant le toit et portant le matériau de couverture.

Les principes généraux qui peuvent s'appliquer à toute intervention sur une charpente ancienne peuvent être sommairement résumés comme suit :

Une charpente existante sera conservée dans toute la mesure du possible dans ses dispositions anciennes, même si l'état de certaines pièces nécessite leur remplacement partiel (Illustration 1 page 11), voire total. Les sections et la nature des bois d'origine devront être respectées, à moins que ces dernières ne soient insuffisantes pour assurer la stabilité de l'ensemble (entraits de faible section et de grande portée par exemple) : dans ce cas, une solution de consolidation clairement identifiable est préférable à « la remise aux cotes » par remplacement à neuf d'une pièce jugée insuffisante (Illustration 1 page 11).

Dans le cas où des pièces défectueuses ne pourraient être conservées en place, leur réemploi sur place, après retaille éventuelle, à un emplacement ou dans une fonction différents, est préférable (Illustration 2 page 11). Les bois anciens de réemploi sont à privilégier pour les bois restant apparents (Illustration 3 page 11). En cas de difficulté d'approvisionnement en bois anciens, les bois neufs apparents reçoivent un traitement surfacique aux fins d'harmonisation.

Il est important de veiller au respect de la souplesse de la facture de la charpente. Attention : toutes les déformations sont, pour un vieil ouvrage, parties intégrantes de sa vie et ne sauraient être redressées impunément. C'est la raison pour laquelle il n'est pas nécessaire de recaler toutes les pièces de bois changées ; ceci permettra de conserver à la toiture sa forme initiale, et d'éviter l'aspect « tiré au cordeau » des toitures neuves.

Le sablage, trop agressif pour toutes les essences de bois, est proscrit. Un simple brossage ou un micro-gommage sont les solutions à privilégier.

LA COUVERTURE EN TUILE CANAL

Couverture : ouvrage couvrant extérieurement une construction ou un espace devant une construction.

Le support de couverture

Support de couverture : ensemble des éléments sur lesquels viennent se poser les matériaux de couverture.

Deux types de support traditionnel: les voliges et les « bordelaises »

- **Les voliges**, planches d'épaisseur variable selon l'écartement des chevrons, irrégulières tant en largeur qu'en longueur, sont clouées sur chaque chevron. Selon le type de bâtiment (maison d'habitation ou bâtiment agricole) et leur localisation sur le toit, elles peuvent être jointives ou non, délignées[1] ou non, rabotées ou non. (Illustration 4 page 12 et Illustration 5 page 12). Les tuiles canal de courant posées sur les voliges étaient traditionnellement calées avec des casseaux de tuiles (Illustration 6 page 12 et Illustration 7 page 12). Aujourd'hui les liteaux ont supplanté petit à petit les casseaux. Soit la tuile canal repose, sans toucher la volige, sur deux liteaux cloués perpendiculairement aux voliges (Illustration 8 page 13 et Illustration 9 page 13). Soit la tuile canal de courant à talon s'accroche au liteau cloué parallèlement aux voliges (Illustration 10 page 13).
- **Les bordelaises**, planches de 11 à 12 cm de large pour 3 à 4 cm d'épaisseur, sont clouées sur les pannes, perpendiculairement à elles. La tuile canal de courant se loge entre deux planches.

Aujourd'hui les tuiles canal de courant à talon peuvent s'accrocher sur les voliges à claire-voie, directement clouées perpendiculairement à la ligne de pente de couverture sur les chevrons.

Le matériau de couverture : la tuile canal

Tuile canal ou creuse : élément en terre cuite, en forme de demi cône au sommet tronqué, posé à recouvrement.

1 Déligner : enlever les bords irréguliers d'une planche.

Les tuiles canal artisanales sont des tuiles grand moule aux dimensions, épaisseur non constantes dont l'aspect et la surface présentent des variations et des irrégularités (Illustration 11 page 14). Selon leur utilisation, en courant c'est-à-dire en dessous, ou en couvert c'est-à-dire en chapeau, elles sont façonnées différemment : les tuiles de courant, sont incurvées et légèrement plus ouvertes que les tuiles canal de couvert, qui, elles, sont plus fermées et légèrement bombées (Illustration 12 page 14). Le couvreur tient compte de cette particularité pour rétablir, lors de la restauration, une couverture du plus bel effet.

Leur couleur est plutôt rouge sombre mais jamais uniforme car la qualité variable de la terre, les différences de température de cuisson faisaient que les tuiles avaient des couleurs nuancées.

Les tuiles canal neuves industrielles sont toutes strictement identiques, uniformes car fabriquées pour être indifféremment de courant ou de couvert (Illustration 13 page 14). Lorsqu'elles sont posées sur liteaux cloués perpendiculairement à la ligne de pente, les courants sont à talon (Illustration 14 page 14).

La fabrication de tuiles canal « faites mains » existe encore, le rendu esthétique de ces tuiles canal est satisfaisant.

Pour ne pas compromettre l'esthétique du toit, il faut conserver en couvert des tuiles canal artisanales. Lors de la dépose de la toiture à restaurer, les tuiles anciennes sont triées : celles qui ne sont pas cassées et qui sonnent clair sont stockées pour réemploi. L'approvisionnement des tuiles de couvert doit être complet avant la mise en œuvre. Si apport de tuiles il doit y avoir, il faut veiller à ce qu'elles soient semblables aux existantes et il est nécessaire de mélanger toutes les tuiles avant de les poser de façon à éviter tout panachage trop régulier.

Pour les tuiles de courant, l'habitude est de prévoir des tuiles canal neuves, rouge vieilli, car elles sont au fond et présentent peu de surface visible.

La pose

Pour des pentes jusqu'à 45%, la pose est dite courante (Illustration 10 page 13). Au-delà, la pose à point lacé est possible.(Illustration 15 page 15 et Illustration 16 page 15).

Pose courante et pose à point lacé se font de bas en haut. Mais la pose courante est longitudinale alors que la pose à point lacé est transversale.

Quel que soit le mode de pose, il s'agit d'une pose à recouvrement transversal et longitudinal. Le recouvrement longitudinal des tuiles doit être suffisant pour s'opposer à la pénétration de l'eau par capillarité ou sous l'effet du vent. Il dépend de la pente du versant, de sa longueur et de la situation du bâtiment (zone climatique).

Plus la pente est faible, plus le recouvrement doit être important. Ce recouvrement ne peut pas être inférieur au 1/3 de la tuile et laisse donc à découvert le pureau soit les 2/3 de la surface totale de la tuile.

Toutefois, pour donner toute sa qualité esthétique à une couverture en tuile canal c'est le nombre de tuile au m² qui est important, il ne faut pas moins de 35 unités par m² (Illustration 17 page 15).

L'égout

> Égout : partie inférieure d'un versant, c'est-à-dire le premier rang de tuiles de courant et de couvert. La partie inférieure d'un versant qui s'étend au-delà de l'aplomb des murs forme l'avant-toit.

On observe deux types d'égout : l'égout débordant ou l'égout au nu du mur.

Égout débordant

L'égout débordant (Illustration 18 page 15) est constitué par un débordement de la charpente de longueur variable. L'avant-toit s'appuie sur les chevrons saillants. Les abouts de chevrons de bonne épaisseur, souvent chantournés par des découpes (Illustration 19 page 15), ne sont pas dissimulés par des bandeaux. (Illustration 20 page 16). L'avant toit est fermé par des voliges jointives ou non clouées sur les chevrons (Illustration 21 page 16 et Illustration 22 page 16). Il ne peut pas être constitué d'un lambris cloué sous les chevrons de la charpente. (Illustration 23 page 16) Le premier rang de tuiles de courant est réalisé en tuiles canal de réemploi (Illustration 24 page 17) qui débordent d'au moins 15 cm pour rejeter l'eau à distance du mur. Elles sont soit posées soit fixées sur le support par clouage. Pour que ce rang « ne pique pas du nez », il est placé sur une autre canal plus courte (Illustration 24 page 17) ou posé sur une chanlatte d'égout. (Illustration 25 page 17). Il est important que ce premier rang d'égout soit bien réalisé car c'est lui qui résiste à tout effort éventuel de glissement de la couverture.

La cambrure du premier rang de tuiles de couvert de réemploi est donnée par une ou deux portions de tuiles canal de réemploi prises généralement dans la partie la plus évasée, placées à l'aplomb du bout des chevrons (Illustration 26 page 17).

Les vides sous les couverts peuvent être obstrués par des casseaux de tuiles empilés ou posés sur chant (Illustration 25 page 17).

Égout au nu du mur

L'égout au nu du mur est constitué le plus souvent par une génoise (Illustration 27 page 18 et Illustration 30 page 18). Pour la corniche, se référer à la fiche « maçonnerie ».

> Génoise : fermeture d'avant-toit formée de plusieurs rangs de tuiles canal et tuileaux dont le nombre varie en fonction de la hauteur du bâtiment, scellés au mortier de chaux hydraulique naturelle pure et sable.

Le premier rang de tuiles de courant est réalisé en tuiles canal de réemploi fixées sur un lit de mortier et déborde d'au moins 15 cm.

La cambrure du premier rang de tuile de couvert de réemploi est donné soit par du mortier, soit par une portion de tuile canal de réemploi scellée à l'aplomb ou en léger débordement.

La tuile de couvert qui se trouve en-dessous est bouchée soit par un mortier de chaux hydraulique naturelle pure et sable (Illustration 28 page 18) soit par des casseaux de tuiles empilés ou posés sur chant (Illustration 29 page 18).

Les angles de maçonnerie sont traités par des blocages en tuileaux plats (Illustration 31 page 18).

La génoise est un élément constructif jouant un rôle de couronnement et de protection des façades contre l'écoulement des eaux du toit afin de rejeter l'eau le plus loin possible du pied des murs mais aussi un élément de décor qu'il faut conserver et ne pas masquer par des gouttières pendantes. C'est l'un des ouvrages les plus soignés de la couverture.

Égout biais

La réalisation d'un égout biais s'effectue selon le même principe. Le couvreur veille à garder les tuiles entières au premier rang. Le rattrapage des rangs normaux s'effectue sur deux ou trois tuiles (Illustration 32 page 19 et Illustration 33 page 19).

Les rives

Les rives latérales

> Rive latérale : limite d'un versant couvrant le rampant d'un pignon. La saillie de rive est le prolongement du versant au-delà de l'aplomb d'un

pignon.

Qu'elles soient saillantes ou non, les rives latérales sont généralement à deux couverts de réemploi, scellés au mortier de chaux naturelle pure et sable local (Illustration 34 page 19 et Illustration 35 page 19) ou non bâtis (Illustration 36 page 20).

Les tuiles à rabat sont à proscrire, elles raidissent la couverture et sont d'invention récente (Illustration 37 page 20). Les planches de rives latérales sont inutiles (Illustration 38 page 20). En effet, le chevron de rive peut être parfaitement protégé par la pose adéquate de ces tuiles canal posées en couvert.

Dans le cas des façades à « estantade », il est recommandé de veiller à ce que le voligeage soit particulièrement soigné, puisqu'il est très visible, il reprendra donc les dispositions d'origine souvent en voliges irrégulières tant en largeur qu'en longueur et jointives (Illustration 39 page 20).

Les rives en pénétration

Rive latérale en pénétration : limite d'un versant contre une maçonnerie

Rive de tête en pénétration : limite d'un faîtage contre une maçonnerie.

Elles sont bâties au mortier de chaux hydraulique naturelle pure et sable local, venant en recouvrement sur les tuiles de courant longeant le mur (Illustration 40 page 21 et Illustration 43 page 22), les courants de rive peuvent être doublés (Illustration 41 page 21 et Illustration 44 page 22).

Le faîtage

Faîtage : ligne de jonction supérieure de deux versants de toiture inclinés suivant des pentes opposées.

Le faîtage est réalisé avec des tuiles canal de réemploi, scellées au mortier de chaux hydraulique naturelle pure et sable de faible épaisseur (Illustration 45 page 22 et Illustration 46 page 22) ou simplement stables par leur propre poids (Illustration 47 page 23). Les tuiles canal sont posées en recouvrement, le sens de l'ouverture étant opposé aux vents dominants.

Il existe aussi des tuiles spéciales de faîtage, demi-cylindriques et non tronçoniques, plus larges et plus longues (Illustration 48 page 23).

Les arêtiers

Arêtier : Élément de la couverture couvrant un angle saillant.

Les arêtiers sont réalisés avec des tuiles canal de réemploi, placées en couvert par-dessus les coupes biaises des deux versants (Illustration 52 page 24 et Illustration 53 page 24). Les tuiles canal peuvent être bâties ou non (Illustration 51 page 24). Si elles sont bâties, elles le seront avec un mortier de chaux hydraulique naturelle pure et sable d'épaisseur raisonnable (Illustration 52 page 24).

Les noues

Noue : arête rentrante formée par la rencontre de deux versants.

Les noues dans les couvertures en tuiles canal sont rares. Traditionnellement, les noues étaient réalisées en éléments de même forme mais de dimensions plus importantes que les canal normales. Ces éléments étaient posés en recouvrement les uns sur les autres dans un encaissement pratiqué entre les versants. Les tuiles canal des versants venaient en débordement dans les tuiles de la noue. Aujourd'hui, l'étanchéité est assurée par du métal qu'on ne doit pas percevoir (Illustration 54 page 25).

LES SOUCHES DE CHEMINÉE

Souche de cheminée : ouvrage de maçonnerie renfermant un ou plusieurs conduits de cheminée et s'élevant au-dessus du toit. L'abergement est le raccord de la souche avec la couverture.

Les souches de cheminée anciennes en maçonnerie participent à la beauté et l'équilibre des toits. Elles ne devront pas être supprimées et on veillera à les conserver dans leurs dimensions originelles. Elles peuvent également servir de ventilation (chauffage gaz et cuisine,…)

La souche de cheminée est généralement une maçonnerie de briques pleines hourdées au mortier de chaux hydraulique naturelle pure et sable local. Elle peut être enduite au mortier de chaux hydraulique naturelle pure et sable local, d'une couleur identique à celui de la façade (Illustration 61 page 27), ou laissée en briques apparentes rejointoyées (Illustration 58 page 26, Illustration 59 page 26 et Illustration 60 page 26). L'usage local prévaudra. Dans tous les cas, le ou les larmiers[2] (haut et/ou bas) seront conservés en briques saillantes.

Dans une mise en œuvre traditionnelle, l'abergement de la souche reprend les procédés pratiqués sur rives en pénétration (Illustration 56 page 25 et Illustration 57 page 25). La partie la plus vulnérable étant l'arrière de la souche, on prévoit un petit chéneau en métal avec engravure et bande de solin pour recueillir l'eau de pluie et l'envoyer de part et d'autre de la souche. Le but à atteindre est de conserver l'aspect des autres raccords (faîtages, arêtiers,…). Il existe des systèmes modernes d'abergement en métal. Si on veut y recourir, ils ne doivent pas être visibles.

Pour éviter les infiltrations d'eau dans le conduit de cheminée, on scellera au mortier de chaux hydraulique naturelle pure et sable local quelques tuiles canal de réemploi « couchées » dans le sens du vent (ouest-est) ou « debout » (Illustration 61 page 27) ou bien encore on fixera un chapeau en tôle arrondi (Illustration 58 page 26 et Illustration 59 page 26) ou triangulaire (Illustration 60 page 26). Les mitrons et plaques de ciment sont proscrits.

LES CHÂSSIS DE TOIT

Le comble du toit n'était jamais habité. Rares sont donc les baies percées dans le plan d'un versant pour donner le jour à un comble. On trouve toutefois des tabatières rectangulaires fermées par des châssis vitrés en fonte. Ces châssis en fonte sont conçus pour se raccorder directement à la couverture sans adjonction de bois ni de métal. Ils occupent un emplacement correspondant à un nombre de tuiles, tant en largeur qu'en longueur. Ses dimensions sont adaptées au format des tuiles. Il est fixé par des pattes sur deux chevrons placés latéralement aux grands côtés du châssis. Sur les côtés, les couverts assurent l'étanchéité. Le devant est fabriqué de telle sorte qu'il recouvre les couvrants du dernier rang. Derrière, les courants et les couvrants viennent en recouvrement sur le châssis.

La création de châssis de toit sera admise dans certains cas. Seuls des châssis de type châssis de tabatière sont autorisés (Illustration 62 page 27 et Illustration 63 page 27) . Ils seront rectangulaires, de petite taille, la longueur dans le sens de la pente du toit et axés sur les baies des étages inférieurs.

2 larmier: partie saillante permettant d'éviter l'écoulement de l'eau le long d'une paroi.

LE TRAITEMENT DES EAUX PLUVIALES

A l'origine, l'égout des toits, débordant ou au nu du mur, était toujours libre, c'est-à-dire qu'il n'était pas bordé par une gouttière ou un chéneau. La récupération des eaux de pluie se faisant directement sur le sol, on veillait à ce que les avant-toits aient un débord suffisamment important (60-70 cm.), ainsi que le premier rang de tuiles d'égout (15-20 cm), pour éviter autant que possible les coulures le long des murs, et/ou les éclaboussures au bas des murs.

Aujourd'hui, pour préserver l'aspect traditionnel de l'égout d'un toit, plusieurs solutions, qui feront l'objet d'un entretien régulier, peuvent être mises en œuvre pour recueillir les eaux pluviales :

- poser un drain périphérique à l'aplomb du toit ;
- sur une couverture en tuiles canal, installer un chéneau encaissé, partiellement caché sous une rangée de tuiles de couvert, surtout sur la façade ouest, la plus exposée aux vents de pluie (Illustration 64 page 28, Illustration 65 page 28, Illustration 66 page 28 et Illustration 67 page 28). Les descentes d'eau pluviales sont en zinc patiné.

On peut parallèlement autour des bâtiments :

- reprofiler le terrain de façon à ce que la pente ne fasse plus ruisseler l'eau de pluie vers les pieds des murs ;
- planter le long des murs des plantes vivaces qui apprécient l'humidité comme par exemple des hortensias, des iris des marais.
- récupérer l'eau de pluie dans une citerne de préférence enterrée.

L'ENTRETIEN DES COUVERTURES

La condition de durabilité de la couverture ne peut être pleinement satisfaite que si ces ouvrages sont entretenus. L'entretien est à la charge du maître d'ouvrage. Il comporte non seulement l'enlèvement des mousses, de la végétation (balayage), des débris divers pouvant nuire au bon fonctionnement de la couverture mais aussi le maintien en bon état :

- des évacuations d'eaux pluviales ;
- des éléments de support de la couverture ;
- des ouvrages d'accessoires tels que abergement de souche de cheminée, mortier de rive, etc. ;
- d'une ventilation suffisante de la sous-face des tuiles.

L'ISOLATION THERMIQUE DU TOIT

Le toit d'un bâti ancien n'était pas conçu pour être isolé. Autrefois, les combles jouaient thermiquement le rôle majeur d'espace tampon. Toujours ventilés pour assurer la pérennité de la charpente ainsi que celle de la couverture, ils étaient rarement occupés. Le plancher comportait parfois une surcharge lourde comme de la terre pour améliorer son inertie et on pouvait y stocker du fourrage ce qui atténuait les variations de températures et d'humidité .

Toutefois, la majorité des déperditions thermiques s'effectuant par le toit, il est utile de prévoir une isolation.

Une alternative : l'isolation sur plancher des combles ou l'isolation sous rampants sans intervention ni sur-épaisseur au dessus des chevrons pour ne pas modifier la hauteur de la rive d'égout.

Les matériaux isolants

Quelle que soit la solution retenue, les matériaux isolants :

- sont respirants, c'est-à-dire capables de gérer les échanges de vapeur d'eau et de rester stables à l'humidité ;
- ont de bonnes qualités d'inertie pour le confort d'été.

Les matériaux isolants répondant à ces critères sont, entre autres, la laine de bois, le chanvre, la ouate de cellulose.

Les produits minces réfléchissants très étanches ne sont pas des isolants mais des compléments d'isolants et ne conviennent pas sur un bâti ancien.

L''isolation des « combles perdus »

C'est la solution à privilégier. L'isolant est installé sur le plancher des combles. La surface à isoler au sol est moindre que celle des rampants du toit. La mise en œuvre de matériaux isolants en vrac, peu transformés et moins chers, est simple et peut être réalisée par le maître d'ouvrage. La continuité de l'isolation évite les ponts thermiques. L'espace tampon entre intérieur et extérieur ainsi conservé permet l'évacuation de l'air chaud l'été, un suivi et un entretien facilités de la charpente et de la couverture et ne modifie pas l'équilibre hygroscopique des bois de charpente (Illustration 68 page 29 et Illustration 69 page 29).

Mais lorsqu'on n'a pas d'autre choix que de rendre les combles habitables, l'isolation sous rampants est alors la seule solution. En effet, une isolation par le dessus des chevrons conduit à une surélévation de la couverture et des murs de près de 40 cm, donc à une modification de l'aspect architectural de la toiture importante. Ce procédé ne peut donc pas être envisagé.

L'isolation sous rampants

Cette intervention modifie l'équilibre hygrothermique de la charpente en bois qui se retrouve partiellement ou totalement incluse dans l'isolant ou à l'intérieur du volume chauffé. Dans l'impossibilité de pouvoir juger ultérieurement de son état de conservation, il convient donc de procéder à un examen minutieux des bois avant l'isolation.

La hauteur des chevrons permet d'installer l'isolant en ménageant une lame d'air (Illustration 70 page 29).

Cette situation est exceptionnelle, la hauteur des chevrons dépassant rarement 10 à 12cm de hauteur alors que pour une performance de qualité 15 cm sont nécessaires. Les pannes restent apparentes (Illustration 71 page 29).

La hauteur des chevrons ne permet pas d'installer l'isolant en ménageant une lame d'air

Il est nécessaire d'augmenter la hauteur des chevrons par un contre-chevronnage en bois fixé transversalement sous les chevrons . Alors toute la charpente disparaît.

LES FORMALITÉS ADMINISTRATIVES

Conformément au code de l'urbanisme et au code du patrimoine, des formalités administratives sont nécessaires avant le commencement de tous travaux sur tout le territoire français:

- Une déclaration préalable pour toute modification extérieure d'un bâtiment (modification de la pente d'une toiture, changement du modèle de tuile[3], transformation des points singuliers d'une couverture...).
- Une déclaration préalable pour une construction de moins de 20 mètres carrés de surface de plancher, portée à 40 m² en zone U d'un PLU. (R 421-9 et R 421-17 du Code de l'Urbanisme).
- Une demande de permis de démolir pour toute démolition, même partielle, d'un bâtiment. (R 421-28 du cade de l'urbanisme).
- Une demande de permis de construire pour tous travaux d'extension ou de construction neuve de plus de 20 mètres carrés de surface de plancher Attention si la surface totale dépasse 170 m² de surface de plancher il faut un architecte (R 421-14 du code de l'urbanisme).

Ces formulaires peuvent être retirés en mairie et les dossiers complets sont également déposés en mairie, qui transmet ensuite aux différents services concernés.

3 Changement de modèle de tuile: poser à la place de la tuile canal une tuile mécanique similaire (canal S, romane canal...)est soumis à demande d'autorisation.

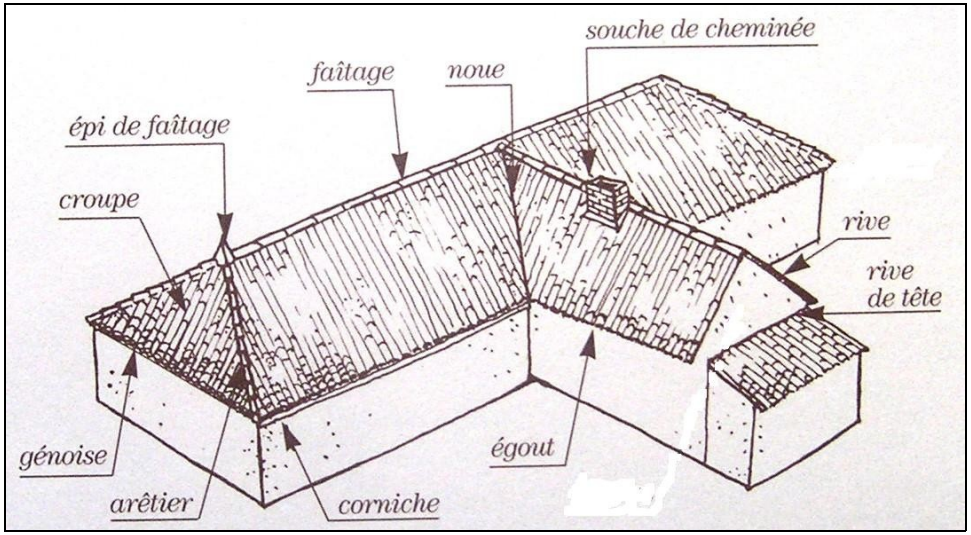
BIBLIOGRAPHIE

- Ouvrages sur la charpente/couverture
  - Encyclopédie des métiers - L'art du couvreur / Association ouvrière des Compagnons du tour de France. - Imprimerie des Compagnons. Siège social : 82 rue de l'Hôtel de Ville, 75004 Paris
  - Les toits des pays de France / Jean-Yves Chauvet. - Paris : Ed. Eyrolles, 1996.
  - Traité de couverture traditionnelle : Histoire, matériaux, techniques / Pierre Lebouteux. - Paris : Ed. H. Vial, 2001, 317 p.
  - Architecture : méthode et vocabulaire / Jean-Marie Pérouse de Montclos. - Paris : Ed. du Patrimoine, 2000, 3e éd., p. 336-356.
  - La charpente, mode d'emploi / Jean-Louis VALENTIN. - Paris : Ed. Eyrolles, 2008, 95 p.
  - Ouvrages de charpente en bois. Ministère de la Culture et de la Communication, direction de l'Architecture et du Patrimoine, févr. 2002.
- Ouvrages sur l'architecture rurale
  - Restaurer, aménager, préserver la maison de pays / René Fontaine. – Ed. Seghers, 2001.
  - L'architecture rurale et bourgeoise en France / Georges Doyon, Robert Hubrecht. –Ed. Charles Massin et Cie, 1996.
  - La maison paysanne : histoire, guide de restauration, typologie région par région / Jean-Yves Chauvet. – Ed. Aubanel, 2005.
- Ouvrages sur l'architecture rurale régionale
  - Pays Aquitains / Pierre Bidart, Gérard Collomb. – Ed. A. Die, 1999. – (l'architecture rurale française : corpus des genres, des types et des variantes).
  - La maison rurale dans les Landes / Jean Loubergé. – Ed. Créer, 2002. – (Les cahiers de construction traditionnelle).
  - La maison de l'ancienne Lande / Pierre Toulgouat. – Ed. L'Atelier des Brisants, 2003. – (L'horizon nomade).

- L'airial landais / CAUE des Landes. – Ed. CAUE 40, 2000.
- Connaître et restaurer un airial. – Parc Naturel régional des Landes de Gascogne, avril 2006.
- Réhabilitation rurale/ Michel Senaud. – Ed. Guliver.

ANNEXES

Terminologie d'un toit



Illustrations

La charpente

Illustration 1: Pièce de charpente partiellement remplacée et renforcée (source STAP 40)

Illustration 2: Reprise partielle de charpente (source STAP 40)

Illustration 3: Pièce de charpente renforcée par moisage (Source STAP 40)

Le support de couverture

Illustration 4: Voliges non délignées clouées sur chevrons (source Fondation du Patrimoine 40)

Illustration 5: voliges non délignées à claire-voie clouées sur chevrons (source STAP 40)

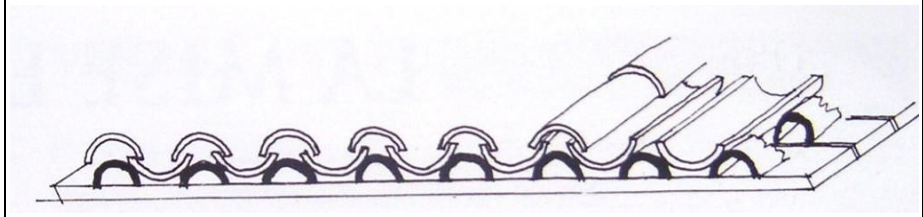


Illustration 6: En courant, tuiles canal de réemploi ou neuves, calées par des casseaux de tuiles.(Source « Réhabilitation Rurale »)

Illustration 7: Casseaux de tuile qui calent la tuile sur la volige (source STAP 40)

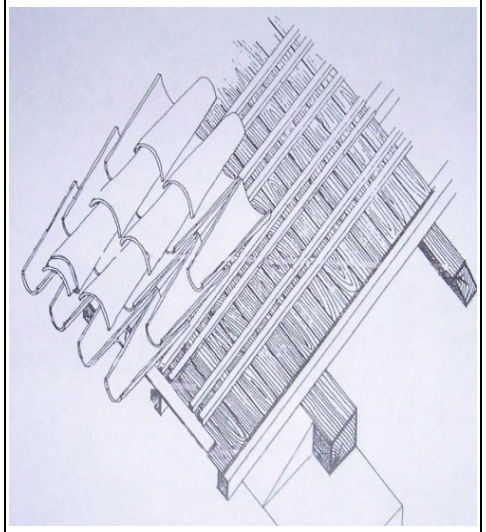


Illustration 8: Pose courante: tuiles de courant sans talon calées par des liteaux cloués perpendiculairement aux voliges (source « Réhabilitation Rurale »)

Illustration 9: Pose courante: tuiles de courant sans talon,calées par des liteaux cloués perpendiculairement aux voliges à claire-voie (source STAP 40)

Illustration 10: Pose courante: canal de réemploi en couvert et canal neuves rouge vieilli, à talon en courant, calées par liteaux cloués parallèlement aux voliges (source STAP 40)

Le matériaux de couverture

Illustration 11: Tuiles canal artisanales: à droite faîtière, à gauche grand moule de courant (source Fondation du Patrimoine 40)

Illustration 12: Tuiles canal artisanales: variété des formes(source Fondation du Patrimoine 40)

Illustration 13: Tuile canal industrielle (source STAP 40)

Illustration 14: Tuile canal industrielle de courant à talon (source Fondation du Patrimoine 40)

La pose

Illustration 15: Pose à point lacé.(Source Fondation du Patrimoine 40)

Illustration 16: Pose à point lacé: le deuxième rang de tuile de courant est posé sur les tuiles de couvert du rang inférieur (source Fondation du patrimoine 40)

Illustration 17: plus de 35 unités de tuiles par m² (source Stap 40)

L'égout débordant

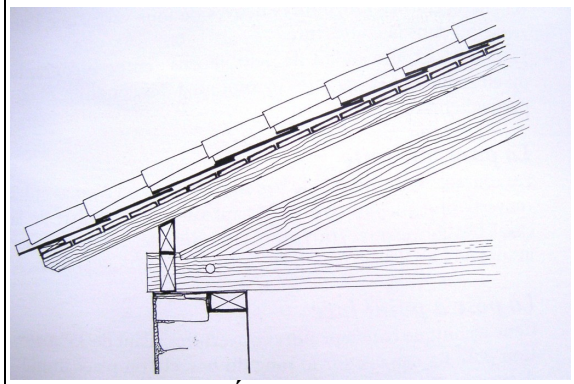


Illustration 18: Égout débordant: schéma de coupe (source « Traité de couverture traditionnelle »)

Illustration 19: Égout débordant: abouts de chevrons chantournés (source STAP 40).

Illustration 20: Chevrons dissimulés par un bandeau (source STAP 40)

Illustration 21: Égout débordant: voliges jointives clouées sur chevrons (source STAP 40)

Illustration 22: Égout débordant, voliges à claire-voie clouées sur chevrons (source STAP 40)

Illustration 23: Égout fermé par un lambris cloué sous les chevrons (source STAP 40)

Illustration 24: Égout débordant: premier rang de courant de réemploi sur casseaux et couverts doublés (source STAP 40)

Illustration 25: Égout débordant: premier rang de courants de réemploi sur chanlatte et vides sous couverts obstrués par des casseaux de tuiles empilés (source STAP 40)

Illustration 26: Cambrure du premier rang de tuile de couvert à l'égout par portions de tuiles canal de réemploi (source STAP 40)

Égout au nu du mur

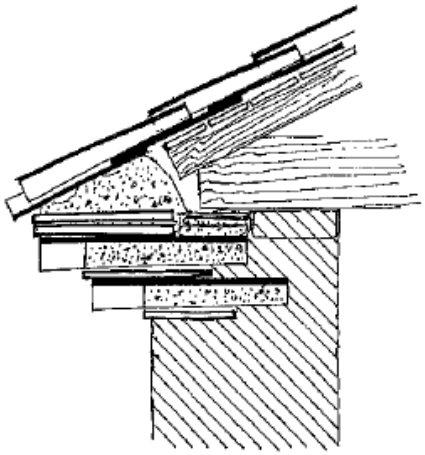


Illustration 27: Égout au nu du mur avec génoise à 2 rangs et carreaux de terre cuite: coupe (source « Traité de couverture traditionnelle »)

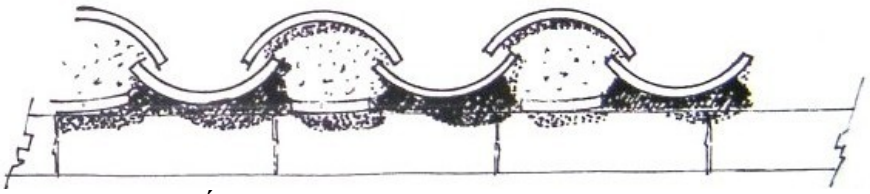


Illustration 28: Égout au nu du mur: obturation des couverts avec du mortier chaux/sable (source « Traité de couverture traditionnelle »)

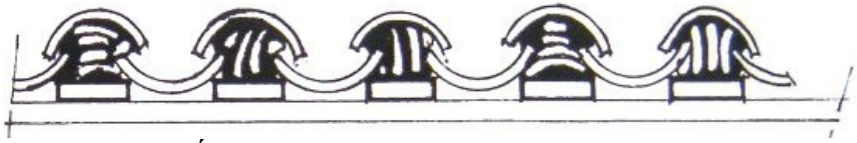


Illustration 29: Égout au nu du mur: obturation des couverts avec des casseaux de tuiles empilés ou de chant (source « Traité de couverture traditionnelle »)

Illustration 30: Égout au nu du mur: génoise à 2 rangs avec carreaux de terre cuite, tuiles de couvert obturées avec mortier et débord des tuiles de courant de réemploi (source STAP 40)

Illustration 31: Égout au nu du mur: angle de maçonnerie traitée avec des carreaux de terre cuite hourdés au mortier de chaux/sable (source STAP 40)

Égout biais

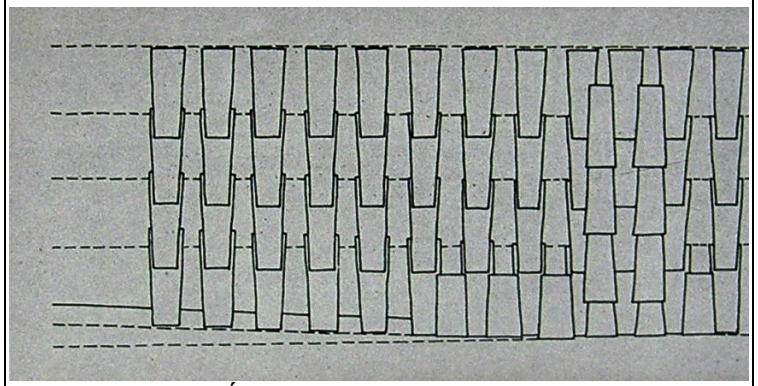


Illustration 32: Égout biais: schéma illustrant le rattrapage des rangs sur deux ou trois tuiles (source « Encyclopédie des métiers l'art du couvreur »)

Illustration 33: Égout biais photo (source STAP 40)

Rives latérales

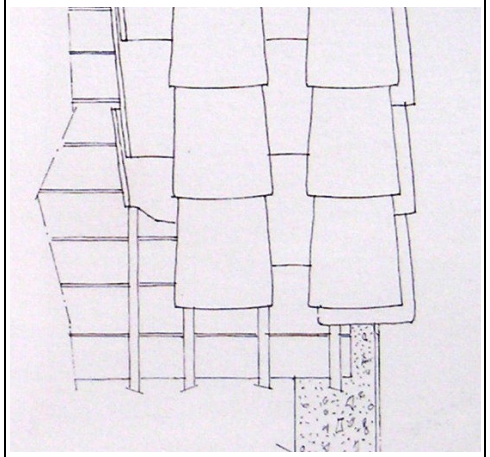


Illustration 34: Rive latérale: schéma de rive latérale à deux couverts scellés (source « Traité de couverture traditionnelle »)

Illustration 35: Rive latérale à deux couverts scellés au mortier chaux/sable (source Fondation du Patrimoine 40)

Illustration 36: Rive latérale à deux couverts non bâtis(source « Fondation du Patrimoine »)

Illustration 37: Rive latérale avec tuiles à rabat (source STAP 40)

Illustration 38: Planche de rive (source STAP 40)

Illustration 39: Volige d'une estantade (source STAP 40)

Rives latérales en pénétration

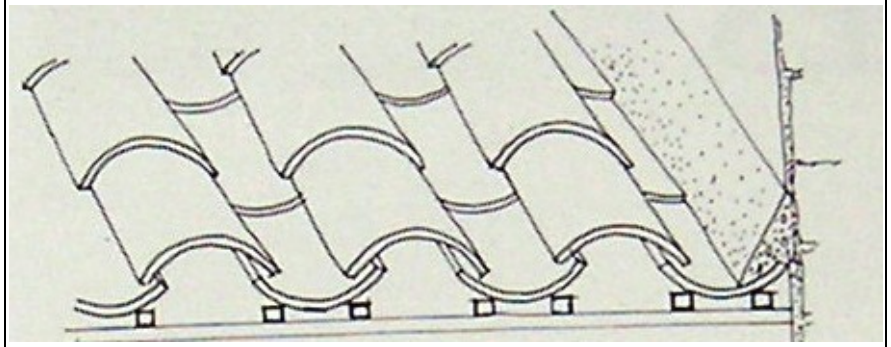


Illustration 40: Rive latérale en pénétration avec solin au mortier chaux/sable sur un courant (source « Traité de couverture traditionnelle »)

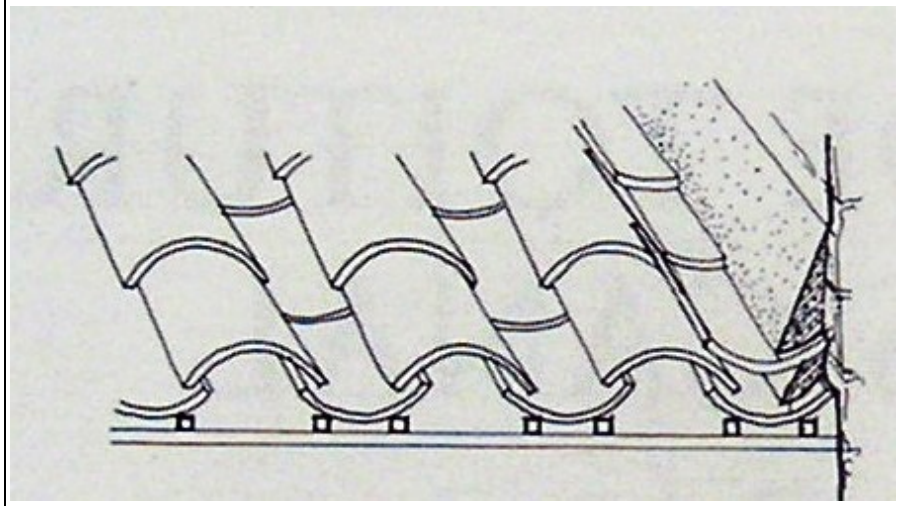


Illustration 41: Rive latérale en pénétration avec solin en mortier chaux/sable sur deux courants (source « Traité de couverture traditionnelle »)

Illustration 42: autre exemple de traitement de rives latérales en pénétration (source STAP 40)

Rives de tête en pénétration

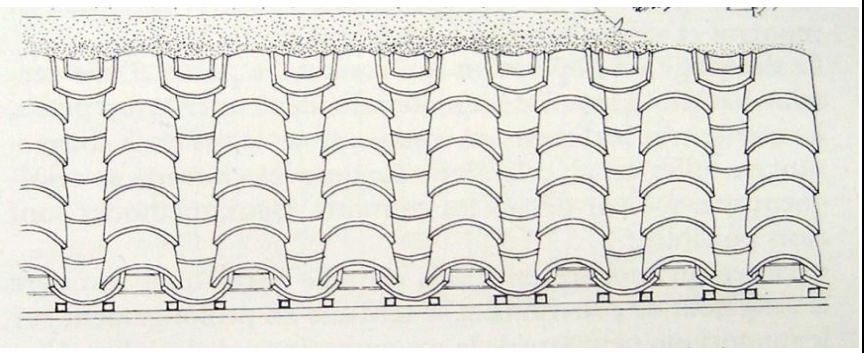


Illustration 43: Rive de tête en pénétration avec solin en mortier chaux/sable et casseaux (source « Traité de couverture traditionnelle »)

Illustration 44: Rive latérale en pénétration avec courant simple et rive de tête en pénétration avec casseaux (source STAP 40)

Faîtage

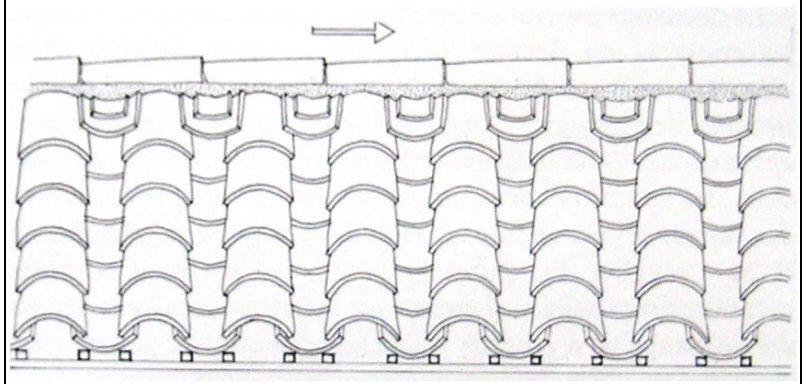


Illustration 45: Faîtage bâti au mortier chaux/sable avec casseaux (source « Traité de couverture traditionnelle »)

Illustration 46: Faîtage bâti au mortier chaux/sable (source STAP 40)

Illustration 47: Faîtage non bâti (source STAP 40)

Illustration 48: Tuile faîtière fabriquée dans le PNRLG (source PNRLG)

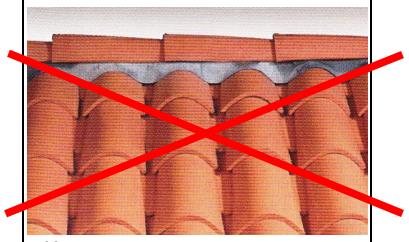


Illustration 49: Contre exemple de traitement d'un faîtage en tuile canal - avec closoir débordant et visible (source STAP 40)

Arêtiers

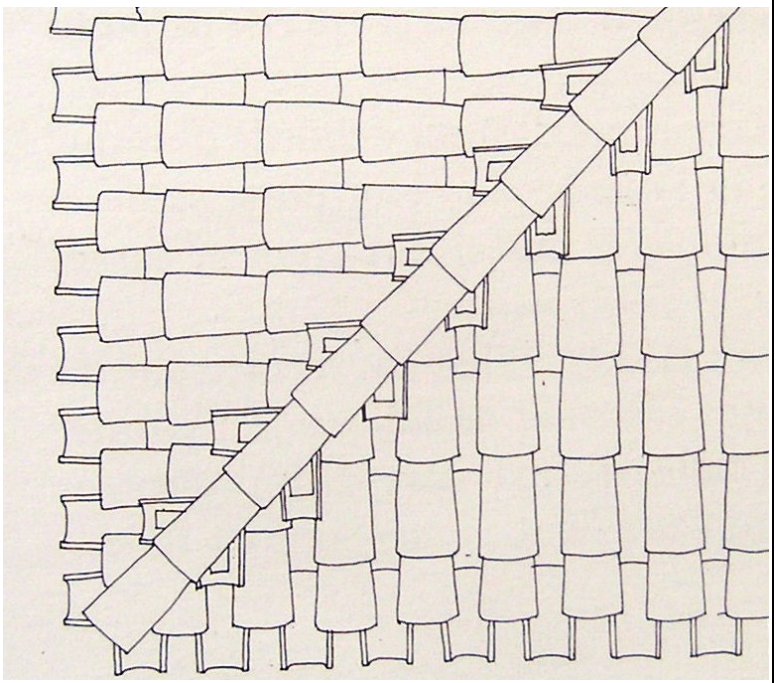


Illustration 50: Arêtier bâti avec casseaux (source « traité de couverture traditionnelle »)

Illustration 51: Arêtiers non bâtis avec casseaux (source STAP 40)

Illustration 52: Arêtiers bâtis au mortier chaux/sable (source Fondation du Patrimoine 40)

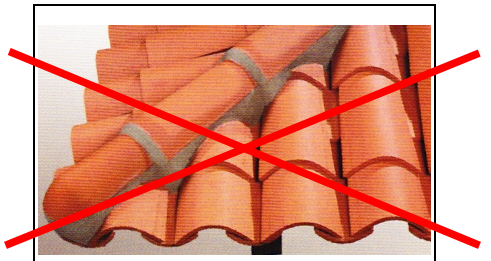


Illustration 53: Contre exemple du traitement de l'embout d'un arêtier en tuile canal (source STAP 40)

Noues

Illustration 54: Noue en tuile canal (source Fondation du Patrimoine 40)

Illustration 55: Noue en tuile canal, vue de dessus, parties zinc trop visibles(source STAP 40)

Souche de cheminée

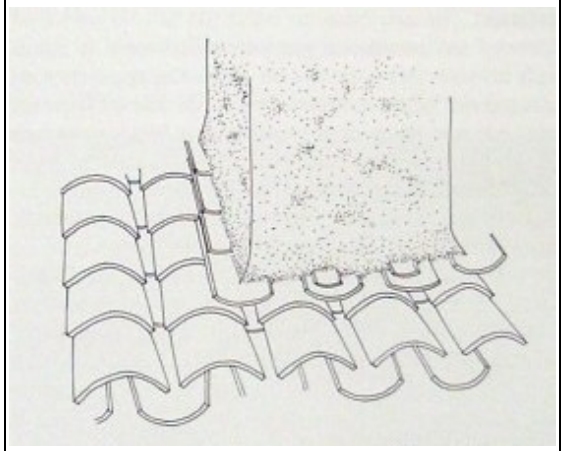


Illustration 56: Souche de cheminée: schéma de l'abergement (source « traité de couverture traditionnelle »)

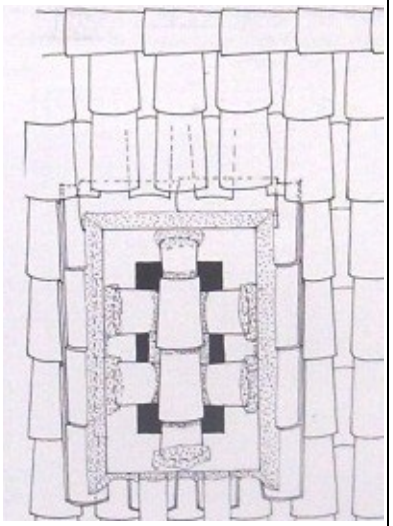


Illustration 57: Souche de cheminée: schéma vue de dessus (source « traité de couverture traditionnelle »)

Illustration 58: Souche de cheminée aux parements non enduit rejointoyés et fermée par chapeau arrondi (source Fondation du Patrimoine 40)

Illustration 59: Souche de cheminée: parements non enduits avec solin jusqu'au larmier et chapeau arrondi (source Fondation du Patrimoine 40)

Illustration 60: Souche de cheminée : parements non enduits, et fermeture par un chapeau triangulaire (source STAP 40)

Illustration 61: Souche de cheminée : parements enduits, couronnement de briques en saillie, fermeture par des tuiles canal debout (source Fondation du Patrimoine 40)

Châssis de toit

Illustration 62: Châssis de toit modèle tabatière (source STAP 40)

Illustration 63: Châssis de toit in situ, vue depuis l'intérieur (source STAP 40)

Traitement des eaux pluviales

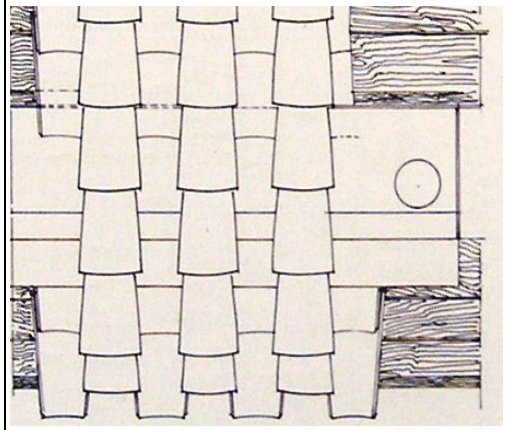


Illustration 64: Traitement des eaux pluviales: schéma d'un chéneau encaissé vue de dessus (source « traité de couverture traditionnelle »)

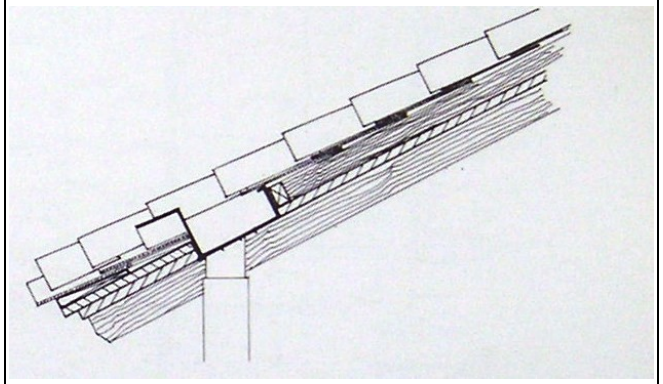


Illustration 65: Traitement des eaux pluviales: schéma d'un chéneau encaissé vue en coupe (source « traité de couverture traditionnelle »)

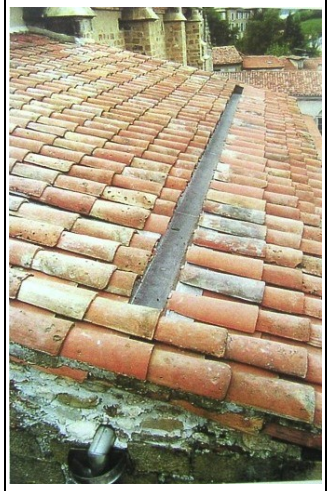


Illustration 66: Traitement des eaux pluviales: chéneau encaissé avant pose des couverts en recouvrement (source « Encyclopédie des métiers l'art du couvreur »)

Illustration 67: Chéneau encaissé après pose des couverts en recouvrement (source STAP 40)

L'isolation thermique des toits

Illustration 68: Photo d'isolation sur plancher des combles : ouate de cellulose en vrac 30 cm (source « Batiéthic »)

Illustration 69: Isolation sur plancher des combles : deux couches croisées de laine de coton (source Fondation du Patrimoine 40)

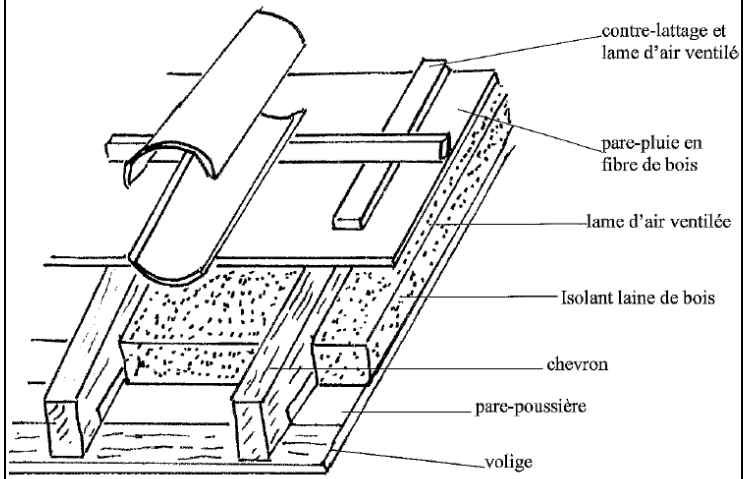


Illustration 70: schéma d'isolation thermique sous rampant avec une hauteur de chevrons suffisante (source « le bâtiment ancien, le patrimoine et l'énergie, ville de Grenoble »)

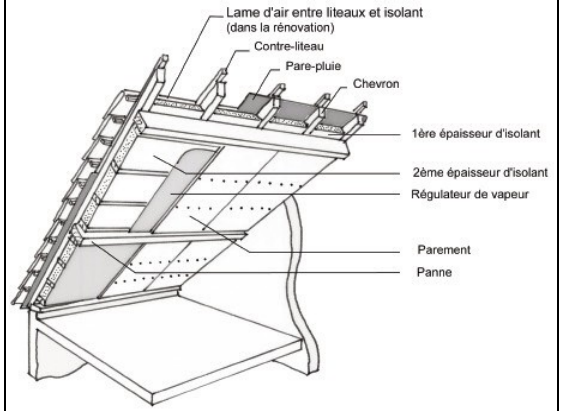


Illustration 71: Schéma d'isolation thermique sous rampant (source « fiche : Isolation des combles » IDEMU)

ELÉMENTS DE DEVIS DESCRIPTIF

Si un architecte n'accompagne pas le maître d'ouvrage dans son projet de restauration, c'est à ce dernier seul qu'il incombe de choisir une entreprise. Il faut en consulter plusieurs, au minimum deux, qui, chacune, établit un devis. En effet, les prix étant pour la plupart librement déterminés par les artisans, le maître d'ouvrage doit faire jouer la concurrence. Mais les coûts ne sont comparables que si les entreprises reçoivent la même commande de travaux. Et cette commande doit être la plus précise et détaillée possible quant au niveau de finition attendu. Il peut être également utile de voir des chantiers de même type réalisés par les entreprises rencontrées.

Pour aider le maître d'ouvrage dans sa démarche, il lui est proposé des descriptifs de travaux. Pour chaque poste, outre le montant final, l'entreprise précisera l'unité, la quantité et le prix unitaire.

Désignation	Unité	Prix Unitaire	Quantité
Évacuation des gravats présents dans les combles	Forfait		
Charpente			
Dépose partielle/totale de charpente, assemblée/non assemblée en démolition/en conservation ; localisation	m^3		
Consolidation : pièce de charpente concernée/type de consolidation (corbeau, moisage, résine...)	Forfait		
Remplacement partiel/total de pièces de charpente défectueuses : charpente assemblée/non assemblée, localisation, quantité bois de réemploi/bois neuf, essence, section, type d'assemblage avec partie conservée, façons diverses (chanfrein, rainures, chantournement, etc.), type de traitement de finition sur bois restant apparents (badigeonnage, peinture, …) type de produit (badigeon de chaux, peinture,…)	m^3		
Restitution/prolongement des débords de toit: égouts/pignons, dimensions	m^3		
Traitement des bois conservés			
Traitement curatif/préventif, insecticide/anti-termites des bois de charpente conservés, sondage, brossage, élimination des parties malsaines, pulvérisation, injection, type de produit	m^2		
Nettoyage général des bois de charpente conservée par gommage léger type micro-gommage	m^2		
Couverture			
Dépose de la couverture			
Dépose en conservation de la couverture existante en tuile canal y compris tri, stockage sur place des tuiles à réemployer, évacuation des gravats	m^2		
Dépose en recherche de la volige	m^2		
Dépose en démolition de la couverture existante y compris évacuation des gravats	m^2		
Dépose en démolition voligeage/liteaunage existant, y compris évacuation des gravats	m^2		

Désignation	Unité	Prix Unitaire	Quantité
Support de couverture			
Voligeage, toute largeur et longueur : localisation, essence de bois, épaisseur, largeur, traitement, déligné/non déligné, brut de sciage/raboté, jointif/non jointif/à mi-bois, Liteaunage : essence de bois, traitement, section, type de pose, écran sous toiture.	m²		
Couverture en tuile canal et traitement des points singuliers			
Fourniture en complément de tuiles canal de réemploi /neuves en couvert, : dimension, teinte, modèle et fournisseur	nb		
Couverture en tuile canal, pose courante/pose point lacé ; • En courant, fourniture et pose de tuiles canal neuves en terre cuite, modèle, dimension, teinte et fournisseur, à talon/sans talon, mode de calage • En courant, fourniture et pose de tuiles canal de réemploi, mode de calage • En couvert, repose/pose de tuiles canal de réemploi, pureau	m²		
Égout : • Égout sur chevrons débordant en tuile canal de réemploi en courant et double ou triple tuiles canal de réemploi en couvert : largeur du débord, mode de basculement du courant (si chanlatte préciser essence de bois, traitement, section), mode de fixation du courant (réversible) • Égout sur génoise en tuile canal de réemploi en courant : largeur du débord, scellement au mortier de chaux hydraulique naturelle pure et sable.	ml		
Rives : • Rives latérales à deux couverts, non bâtis/scellés, au mortier de chaux hydraulique naturelle pure et sable peu visible • Rives latérale en pénétration : engravure de la tuile canal dans le mur au mortier de chaux hydraulique naturelle pure et sable peu visible	ml		
Rive de tête en pénétration :	ml		
Arêtiers, y compris tranchis et toutes sujétions : arêtier en tuiles canal de réemploi, non bâties, casseaux, scellées au mortier de chaux hydraulique naturelle et sable local d'épaisseur faible	ml		
Faîtage, avec casseaux y compris toutes sujétions ; faîtage en tuiles canal de réemploi, non bâties, closoirs, scellées au mortier de chaux hydraulique naturelle et sable local d'épaisseur faible	ml		

Index des illustrations

Illustration 1: Pièce de charpente partiellement remplacée et renforcée (source STAP 40)....11
Illustration 2: Reprise partielle de charpente (source STAP 40)....11
Illustration 3: Pièce de charpente renforcée par moisage (Source STAP 40)....11
Illustration 4: Voliges non délignées clouées sur chevrons (source Fondation du Patrimoine 40)....12
Illustration 5: voliges non délignées à claire-voie clouées sur chevrons (source STAP 40)....12
Illustration 6: En courant, tuiles canal de réemploi ou neuves, calées par des casseaux de tuiles.(Source « Réhabilitation Rurale »)....12
Illustration 7: Casseaux de tuile qui calent la tuile sur la volige (source STAP 40)....12
Illustration 8: Pose courante: tuiles de courant sans talon calées par des liteaux cloués perpendiculairement aux voliges (source « Réhabilitation Rurale »)....13
Illustration 9: Pose courante: tuiles de courant sans talon,calées par des liteaux cloués perpendiculairement aux voliges à claire-voie (source STAP 40)....13
Illustration 10: Pose courante: canal de réemploi en couvert et canal neuves rouge vieilli, à talon en courant, calées par liteaux cloués parallèlement aux voliges (source STAP 40)....13
Illustration 11: Tuiles canal artisanales: à droite faîtière, à gauche grand moule de courant (source Fondation du Patrimoine 40)....14
Illustration 12: Tuiles canal artisanales: variété des formes(source Fondation du Patrimoine 40) 14
Illustration 13: Tuile canal industrielle (source STAP 40)....14
Illustration 14: Tuile canal industrielle de courant à talon (source Fondation du Patrimoine 40)....14
Illustration 15: Pose à point lacé.(Source Fondation du Patrimoine 40)....15
Illustration 16: Pose à point lacé: le deuxième rang de tuile de courant est posé sur les tuiles de couvert du rang inférieur (source Fondation du patrimoine 40)....15
Illustration 17: plus de 35 unités de tuiles par m² (source Stap 40)....15
Illustration 18: Égout débordant: schéma de coupe (source « Traité de couverture traditionnelle »)....15
Illustration 19: Égout débordant: abouts de chevrons chantournés (source STAP 40). 15
Illustration 20: Chevrons dissimulés par un bandeau (source STAP 40)....16
Illustration 21: Égout débordant: voliges jointives clouées sur chevrons (source STAP 40)....16
Illustration 22: Égout débordant, voliges à claire-voie clouées sur chevrons (source STAP 40)....16
Illustration 23: Égout fermé par un lambris cloué sous les chevrons (source STAP 40) 16
Illustration 24: Égout débordant: premier rang de courant de réemploi sur casseaux et couverts doublés (source STAP 40)....17
Illustration 25: Égout débordant: premier rang de courants de réemploi sur chanlatte et vides sous couverts obstrués par des casseaux de tuiles empilés (source STAP 40) …17
Illustration 26: Cambrure du premier rang de tuile de couvert à l'égout par portions de tuiles canal de réemploi (source STAP 40)....17
Illustration 27: Égout au nu du mur avec génoise à 2 rangs et carreaux de terre cuite: coupe (source « Traité de couverture traditionnelle »)....18
Illustration 28: Égout au nu du mur: obturation des couverts avec du mortier chaux/sable (source « Traité de couverture traditionnelle »)....18
Illustration 29: Égout au nu du mur: obturation des couverts avec des casseaux de tuiles empilés ou de chant (source « Traité de couverture traditionnelle »)....18
Illustration 30: Égout au nu du mur: génoise à 2 rangs avec carreaux de terre cuite, tuiles de couvert obturées avec mortier et débord des tuiles de courant de réemploi (source STAP 40)....18
Illustration 31: Égout au nu du mur: angle de maçonnerie traitée avec des carreaux de terre cuite hourdés au mortier de chaux/sable (source STAP 40) 18
Illustration 32: Égout biais: schéma illustrant le rattrapage des rangs sur deux ou trois tuiles (source « Encyclopédie des métiers l'art du couvreur »)....19
Illustration 33: Égout biais photo (source STAP 40)....19
Illustration 34: Rive latérale: schéma de rive latérale à deux couverts scellés (source « Traité de couverture traditionnelle »)....19
Illustration 35: Rive latérale à deux couverts scellés au mortier chaux/sable (source Fondation du Patrimoine 40)....19
Illustration 36: Rive latérale à deux couverts non bâtis(source « Fondation du Patrimoine »)....20
Illustration 37: Rive latérale avec tuiles à rabat (source STAP 40)....20
Illustration 38: Planche de rive (source STAP 40)....20
Illustration 39: Volige d'une estantade (source STAP 40)....20
Illustration 40: Rive latérale en pénétration avec solin au mortier chaux/sable sur un courant (source « Traité de couverture traditionnelle »)....21
Illustration 41: Rive latérale en pénétration avec solin en mortier chaux/sable sur deux courants (source « Traité de couverture traditionnelle »)....21
Illustration 42: autre exemple de traitement de rives latérales en pénétration (source

STAP 40) 21
Illustration 43: Rive de tête en pénétration avec solin en mortier chaux/sable et casseaux (source « Traité de couverture traditionnelle »).....22
Illustration 44: Rive latérale en pénétration avec courant simple et rive de tête en pénétration avec casseaux (source STAP 40).....22
Illustration 45: Faîtage bâti au mortier chaux/sable avec casseaux (source « Traité de couverture traditionnelle »).....22
Illustration 46: Faîtage bâti au mortier chaux/sable (source STAP 40).....22
Illustration 47: Faîtage non bâti (source STAP 40).....23
Illustration 48: Tuile faîtière fabriquée dans le PNRLG (source PNRLG).....23
Illustration 49: Contre exemple de traitement d'un faîtage en tuile canal - avec closoir débordant et visible (source STAP 40).....23
Illustration 50: Arêtier bâti avec casseaux (source « traité de couverture traditionnelle »).....24
Illustration 51: Arêtiers non bâtis avec casseaux (source STAP 40).....24
Illustration 52: Arêtiers bâtis au mortier chaux/sable (source Fondation du Patrimoine 40).....24
Illustration 53: Contre exemple du traitement de l'embout d'un arêtier en tuile canal (source STAP 40).....24
Illustration 54: Noue en tuile canal (source Fondation du Patrimoine 40).....25
Illustration 55: Noue en tuile canal, vue de dessus, parties zinc trop visibles(source STAP 40).....25
Illustration 56: Souche de cheminée: schéma de l'abergement (source « traité de couverture traditionnelle »).....25
Illustration 57: Souche de cheminée: schéma vue de dessus (source « traité de couverture traditionnelle »).....25
Illustration 58: Souche de cheminée aux parements non enduit rejointoyés et fermée par chapeau arrondi (source Fondation du Patrimoine 40).....26
Illustration 59: Souche de cheminée: parements non enduits avec solin jusqu'au larmier et chapeau arrondi (source Fondation du Patrimoine 40).....26
Illustration 60: Souche de cheminée : parements non enduits, et fermeture par un chapeau triangulaire (source STAP 40).....26
Illustration 61: Souche de cheminée : parements enduits, couronnement de briques en saillie, fermeture par des tuiles canal debout (source Fondation du Patrimoine 40)….27
Illustration 62: Châssis de toit modèle tabatière (source STAP 40).....27
Illustration 63: Châssis de toit in situ, vue depuis l'intérieur (source STAP 40).....27
Illustration 64: Traitement des eaux pluviales: schéma d'un chéneau encaissé vue de dessus (source « traité de couverture traditionnelle »).....28
Illustration 65: Traitement des eaux pluviales: schéma d'un chéneau encaissé vue en coupe (source « traité de couverture traditionnelle »).....28
Illustration 66: Traitement des eaux pluviales: chéneau encaissé avant pose des couverts en recouvrement (source « Encyclopédie des métiers l'art du couvreur »)…28
Illustration 67: Chéneau encaissé après pose des couverts en recouvrement (source STAP 40).....28
Illustration 68: Photo d'isolation sur plancher des combles : ouate de cellulose en vrac 30 cm (source « Batiéthic »).....29
Illustration 69: Isolation sur plancher des combles : deux couches croisées de laine de coton (source Fondation du Patrimoine 40).....29
Illustration 70: schéma d'isolation thermique sous rampant avec une hauteur de chevrons suffisante (source « le bâtiment ancien, le patrimoine et l'énergie, ville de Grenoble »).....29
Illustration 71: Schéma d'isolation thermique sous rampant (source « fiche : Isolation des combles » IDEMU).....29